

PENGARUH METODE PENCUCIAN PADA PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK JARAK PAGAR

Mahfud, Muharto, Pramudita R.A , Adhy Marwanto

Laboratorium Proses Kimia, Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS
Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111, Email: mahfud.its@gmail.com

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh metode pencucian terhadap kualitas biodiesel yang dihasilkan dari minyak jarak pagar melalui proses transesterifikasi dan mendapatkan sifat-sifat fisika dan kimia dari biodiesel tersebut yang memenuhi standard ASTM 6751. Variabel penelitian yang digunakan adalah : metode pencucian (Aerasi, spray, dan pengadukan); lamanya waktu yang dipakai untuk tiap metode (0 jam; 0.5 jam; 1 jam; 2 jam dan 4 jam). Percobaan dilakukan dalam labu gelas yang kapasitas 1 liter yang dilengkapi dengan waterbath dengan pengendali suhu. Kemudian melarutkan katalis kedalam methanol, dilanjutkan dengan proses transesterifikasi yaitu dengan mereaksikan campuran metanol dengan minyak jarak pagar yang sudah dipanaskan terlebih dahulu sesuai variabel, selama 1 jam pada suhu variabel. Hasil reaksi didiamkan sampai membentuk dua lapisan. Lapisan yang atas merupakan metil ester asam lemak sedangkan lapisan yang bawah merupakan gliserol. Kemudian memisahkan lapisan atas dari lapisan bawah lalu mencuci lapisan metil ester asam lemak dengan air dengan metode sesuai dengan variabel. Ethyl ester yang terbentuk kemudian dianalisa di Laboratorium PT Pertamina UPPS V. Hasil penelitian menunjukkan metode pencucian tidak berpengaruh secara signifikan pada sifat-sifat biodiesel, tetapi waktu pencucian cukup berpengaruh.

Kata kunci : Biodiesel, metode pencucian, minyak jarak pagar

Abstract

The aims of this study is to know the effect of washing method in quality of biodiesel obtained from Jatropha curcas oil through transesterification process and to find out the chemical and physical properties of biodiesel that appropriate with ASTM standard 6751. The operating variables are : washing methods (aeration, spray and agitation); time of washing (0; 0.5; 1; 2 hours) The experiment conducted in 1 liter round bottom flask equipped with waterbath and temperature controlled. Firstly, a certain quantity of Jatropha curcas oil, methanol, and KOH catalysts are determined. Then, KOH catalyst is diluted into methanol and introduced to reactor containing 500 ml jathropa oil. The temperature was fixed at 60 °C and the agitation 200 rpm. The reaction transesterification process held during 1 hour. The Product of reaction is cooled until two layers are formed. Upper layer is methyl ester of fatty acid and lower layer is glycerol. After that, upper layer is separated from lower layer and wash with pure water according to the operating variables. The methyl ester obtained is characterized to obtain some physical properties at PT Pertamina UPPS V Laboratory. The results shows that the methods of washing not significantly influence, but the time of washing have a slightly effect in properties of Biodiesel.

Key words : Biodiesel, Washing, Jatropha curcas oil

1. Pendahuluan

Minyak bumi, batu bara dan gas alam masih merupakan sumber energi utama yang dipakai untuk penggerak mesin-mesin industri, transportasi dan pemakaian rumah tangga di Indonesia. Terutama disini adalah bahan bakar yang berupa minyak untuk sektor transportasi. Padahal sumber energi tersebut bersifat

unrenewable atau tidak dapat diperbaharui yang suatu saat akan habis. Selain itu adanya permasalahan polusi udara yang terutama berasal dari kendaraan bermotor dan industri membuat kita harus memikirkan bagaimana menciptakan sumber energi baru yang juga ramah lingkungan. Disisi lain, potensi alam Indonesia memiliki banyak sekali kekayaan alam, meliputi keanekaragaman

hayati baik jenis flora maupun fauna, serta didukung letak geografis yang sangat strategis. Apabila dimanfaatkan secara efektif potensi ini tentunya dapat menjadi sumber yang cukup bagi pasokan pangan dan energi. Salah satunya yang sedang dikembangkan di Indonesia sebagai sumber energi adalah tanaman jarak pagar atau *Jatropha curcas linn* (Hariyadi, 2005).

Minyak dari jarak pagar saat ini sedang dikembangkan di beberapa negara seperti India, Nicaragua, beberapa negara Afrika seperti Mali, Zimbabwe bahkan beberapa negara di Eropa telah mengembangkan pemanfaatan potensi minyak nabati sebagai bahan bakar, yaitu sebagai pengganti bahan bakar mesin diesel, yang kemudian lazim disebut dengan biodiesel (Satish, 2004; Soerawidjaja, 2005; Puppung, 1985). Dengan adanya peluang-peluang tersebut maka dengan meningkatkan nilai tambah biji jarak pagar yang diolah menjadi minyak jarak yang untuk kemudian diolah menjadi biodiesel, diharapkan Indonesia mampu mengeksplor biodiesel dan minyak jarak sebagai bahan baku biodiesel secara besar-besaran dan berkualitas dengan harga yang relatif lebih bersaing, sehingga memperluas pangsa pasar Indonesia.

Biodiesel adalah metil ester dari asam lemak yang dibuat dari minyak tumbuhan dan lemak hewani. Biodiesel tidak mengandung unsur petroleum tetapi biodiesel dapat dicampur pada level apapun dengan minyak diesel untuk menghasilkan campuran biodiesel ataupun digunakan secara murni. Biodiesel memiliki bilangan setana yang lebih tinggi jika dicampur dengan minyak diesel. Hasil samping dari proses transesterifikasi (reaksi pembentukan biodiesel) menghasilkan gliserol yang juga memiliki nilai ekonomi. Secara umum, biodiesel memiliki lebih banyak keunggulan jika dibandingkan dengan bahan bakar mesin diesel biasa. (Van Gerpen et.al, 2004.; Knothe, et.al, 2005).

Salah satu bagian dari proses pembuatan biodiesel adalah proses pencucian dimana proses ini yang mempengaruhi kualitas biodiesel yang dihasilkan. Oleh karena itu, Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh metode pencucian dengan menggunakan metode aerasi, penyemprotan (*spray*), pengadukan, terhadap kualitas biodiesel yang dihasilkan dengan variabel waktu yang telah ditentukan.

2. Tinjauan pustaka

2.1 Biodiesel

Proses pembuatan pembuatan biodiesel merupakan reaksi alkoholisis, yang merupakan reaksi setimbang dengan kalor reaksi kecil, Metil

ester dari minyak jarak pagar dapat dihasilkan melalui transesterifikasi trigliserida dari minyak jarak sehingga menghasilkan biodiesel/metil ester. Transesterifikasi adalah penggantian gugus alkohol dari suatu ester dengan alkohol, jadi mirip reaksi hidrolisis, tetapi bukan air untuk menghidrolisa tetapi alkohol sehingga dinamakan alkoholisis. Transesterifikasi merupakan suatu reaksi kesetimbangan, untuk menggeser reaksi kekanan biasanya digunakan alkohol fraksi pendek dengan berlebih atau mengambil salah satu produk campuran, metanol sering digunakan karena lebih murah, boleh jadi dengan alkohol lain seperti ethanol (Van Gerpen et.al, 2004.; Knothe, et.al, 2005; Hayafuji, 1999).

Untuk mempercepat reaksi diperlukan katalisator berupa asam, basa, atau penukar ion, katalis yang biasa digunakan (NaOH, KOH), asam HCl. Beberapa peneliti (Kirk and Othmer, 1979) telah mencoba alkoholisis beberapa jenis lemak dan minyak dengan katalis HCl, dan asam ferosulfonat. Minyak lemak yang digunakan : mentega, lemak coklat, minyak kelapa, margarin, lemak sapi, minyak biji opim, linseed oil, minyak jarak Haller menemukan: mentega, minyak kelapa, minyak jarak, lebih sulit dialkoholisis daripada minyak lainnya. Penggunaan solvent thyl ether, Benzen, dan CCl₄ dapat mempercepat alkoholisis (Ketaren, 1986)

2.2 Pencucian Biodiesel

Pencucian merupakan proses lanjutan dalam pembuatan Biodiesel setelah proses *trans-esterifikasi*. Pencucian ini bertujuan untuk menghilangkan pengotor yang masih terdapat dalam biodiesel. Pengotor ini termasuk sisa katalis dan gliserol serta sisa alkohol yang tidak bereaksi. Penambahan air yang dilakukan pada umumnya sebesar 50 % dari total minyak yang akan dicuci. Pencucian yang dilakukan pertama kali akan menimbulkan warna pada air pencuci menjadi putih seperti air susu (Suprianti & Kurniawan, 2006). Untuk mendapatkan hasil yang terbaik diperlukan 3 – 4 kali pencucian hingga air pencuci menjadi lebih jernih setelah terpisah. Air yang digunakan pada proses pencucian dengan suhu minimal 30°C. Pencucian dengan air hangat ini akan meningkatkan nilai kelarutan dari pengotor. Dalam proses pencucian, penambahkan asam bertujuan untuk menetralisasi katalis basa yang digunakan dalam proses *trans-esterifikasi*. Akan tetapi asam yang digunakan dalam proses netralisasi ini juga menimbulkan reaksi balik dimana sabun yang terbentuk akan diubah kembali menjadi asam lemak bebas (free fatty acid) dimana asam lemak bebas ini tidak diinginkan

keberadaannya dalam bahan bakar. Ada tiga metode pencucian yang umum : Spray Washing, Bubble Washing dan Pengadukan (Hayafuji, 1999; Van Gerpen et.al, 2004.; Knothe, et.al, 2005)

- a. **Metode semprotan (Spray Washing)** : Metode ini mengubah partikel air yang digunakan untuk mencuci menjadi partikel yang lebih halus / kecil, kemudian dipompa ke bagian permukaan atas tangki pencucian dan digunakan sprayer untuk menyebarkan partikel air tersebut. Pompa yang digunakan juga tergantung pada banyaknya biodiesel yang akan dicuci. Semakin banyak biodiesel yang dicuci maka sebanding dengan volume tangki pencuci serta kekuatan pompa untuk mengalirkan air pencuci tersebut. Air pencuci yang berbentuk partikel halus ini akan melewati permukaan *crude metil ester* dan turun ke bawah, sesuai dengan berat jenis air, dengan mengikat pengotor yang ada. Pengotor yang diharapkan terikat yaitu sisa methanol yang tidak bereaksi dengan minyak serta sisa katalis KOH yang tidak ikut terbuang dalam gliserol.
- b. **Metode Aerasi (Bubble Washing)** : Metode ini diperkenalkan pertama kali di universitas Idaho dan terkenal dalam pembuatan biodiesel dalam skala kecil. Pencucian model ini sering dipergunakan dalam industri besar, hal ini dikarenakan metode ini mudah dilakukan dan tidak perlu untuk menambahkan air. Keunggulan yang lain yaitu metode ini tidak menyita waktu yang banyak. Peralatan yang digunakan cukup memakai pompa udara berukuran kecil (*small aerator*) dan batu apung. Proses pencucian ini dengan memasukkan air pencuci ke dalam *crude metil ester* sehingga air pencuci berada pada lapisan bawah, kemudian batu apung yang telah dihubungkan dengan *aerator* diletakkan pada bagian air sehingga akan terbentuk gelembung-gelembung dari batu apung tersebut.
- c. **Metode Pengadukan (Mixed Washing)**: Metode pencucian ini bertujuan untuk memperluas kontak antara *crude metil ester* dan air pencuci dengan cara pengadukan. Proses pengadukan ini memakai motor yang menggerakkan pengaduk sehingga pengotor di dalam *crude metil ester* dapat larut dalam air pencuci.

2.3 Analisa Kualitas Biodiesel

Kualitas biodiesel yang dihasilkan dapat dilihat dengan pengamatan visual. Kondisi fisik biodiesel yang dihasilkan harus jernih seperti

minyak nabati dengan toleransi boleh berwarna agak kecoklatan yang mirip dengan sari apel. Tidak boleh ada lapisan, partikel atau kekeruhan apapun di dalam biodiesel akhir. Kekeruhan adalah akibat kandungan air yang tertinggal dan dapat dihilangkan dengan pemberian *kalsium klorida* (CaCl_2). Parameter yang digunakan untuk mengukur kualitas biodiesel antara lain :

- **Viskositas**: adalah ukuran hambatan cairan untuk mengalir secara gravitasi, untuk aliran gravitasi dibawah tekanan hidrostatik, tekanan cairan sebanding dengan kerapatan cairan. Satuan *viskositas* dalam cgs adalah cm^2 per detik (Stokes). Satuan SI untuk viskositas m^2 per detik (10^4 St). Lebih sering digunakan centistokes (cSt) ($1\text{cSt} = 10^{-2} \text{St} = 1 \text{mm}^2/\text{s}$)
- **Pour point**: adalah titik suhu terendah dimana bahan bakar masih dapat mengalir. *Pour point* yang tinggi akan menyebabkan mesin sulit dihidupkan pada suhu rendah. (Maleev, 1954)
- **Flash point**: adalah temperatur terendah yang harus dicapai dalam pemanasan biodiesel untuk menimbulkan uap yang dapat terbakar dalam jumlah yang cukup, untuk nyala atau terbakar sesaat ketika disinggungkan dengan suatu nyala uap. Apabila *flash point* bahan bakar tinggi, akan memudahkan dalam penanganan dan penyimpanan bahan bakar tersebut karena bahan bakar tidak perlu disimpan pada temperatur rendah, sebaliknya jika *flash point* terlalu rendah, akan berbahaya karena menimbulkan resiko tinggi bagi penyalan, sehingga harus disimpan pada suhu rendah.
- **Densitas**: adalah massa biodiesel per satuan volume pada suhu tertentu. Jika densitasnya rendah kemampuan bahan bakar minyak tinggi.
- **Cetane number**: menunjukkan kemampuan bahan bakar motor diesel menyala dengan sendirinya (*auto ignition*) dalam ruang bakar motor diesel. Fungsinya untuk mengetahui kecenderungan bahan bakar motor diesel membentuk ketukan (knocking). Untuk analisa indeks setana ini harus dilakukan destilasi pada produk biodiesel untuk mendapatkan nilai *mid boiling point* yaitu temperatur pada saat 50% volume *destilat* biodiesel tertampung pada saat destilasi. Selain itu angka cetane juga sangat bergantung pada nilai densitas biodiesel. Proses destilasi ini merujuk pada metode tes ASTM D-86 hingga temperatur 300°C . Persamaan yang menunjukkan hubungan antara indeks setana dengan *mid boiling point* dan densitas adalah sebagai berikut :

$$\text{Cetane Index} = 454,74 - 1641,416 D + 774,74 D^2 - 0,554 B + 97,803 (\text{Log } B)^2$$

D = Densitas biodiesel pada saat pengukuran (g/ml)

B = Mid boiling point pada saat destilat tertampung 50%

Perhitungan dengan menggunakan persamaan diatas merujuk pada metode tes ASTM D-976 dengan nilai minimum untuk indeks setana adalah 48.

- **Warna :** Pemeriksaan warna bertujuan untuk menentukan warna secara visual dari *metil ester* yang dihasilkan

3. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan di laboratorium menggunakan reaktor skala 2000 ml, yang dilengkapi dengan pengadukan dan pengaturan suhu. Biodiesel yang diperoleh dianalisa agar dapat dibandingkan dengan spesifikasi biodiesel yang dikeluarkan Dirjen Migas melalui PT Pertamina (Persero). Bahan yang digunakan : Minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcas*), Metanol 99 %, KOH sebagai katalis. Sedangkan Variabel Penelitian & Kondisi Operasi adalah sbb:

- Rasio berat minyak jarak terhadap metanol 98% adalah 1: 6
- Mereaksikan larutan selama 60 menit
- Jenis katalis, yaitu KOH dengan konsentrasi 0,5 % dari berat minyak
- Temperatur reaksi *trans-esterifikasi* 60°C
- Rasio air pencuci sebanyak 50% dari *crude metil ester*
- Metode pencucian secara bubble washing, pengadukan, *spray*
- Masing-masing metode dilakukan selama waktu tertentu (0.5, 1, 2, 4 jam)

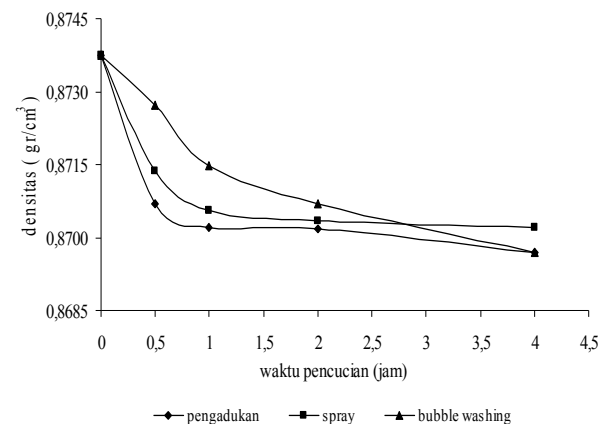
Prosedur Penelitian

Memanaskan minyak jarak sebanyak 1 (satu) liter dalam labu leher tiga (2000 mL) pada suhu 60°C, dengan bantuan *waterbath* dan menyiapkan katalis KOH seberat 5 (lima) gram, kemudian dilarutkan dalam *metanol* sebanyak 200 mL. Kemudian mereaksikan minyak dan campuran *metanol* dengan mengaduk menggunakan magnetik stirer selama 60 menit. Hasil reaksi didiamkan selama 30 menit di dalam corong pemisah (2000 mL) sampai membentuk dua lapisan, dimana lapisan bawah adalah gliserol yang merupakan produk samping sedangkan lapisan atas merupakan *crude metil ester*. Mengambil lapisan di bagian atas (*crude metil ester*) kemudian dilakukan proses pencucian. Proses pencucian ini dilakukan sebanyak 3 kali dengan menggunakan variabel metode pencucian yang telah ditetapkan. Hasil

proses pencucian dimasukkan dalam corong pemisah (1000 mL) dan mendingkannya selama 30 menit sehingga terbentuk 2 lapisan, lapisan bagian bawah dibuang dan mengambil lapisan atas yang merupakan produk biodiesel. Didalam penelitian ini, setelah proses pencucian, dilakukan proses pengeringan untuk menghilangkan sisa air pencuci. Proses ini dilakukan karena pada analisa biodiesel harus menggunakan biodiesel yang bebas air. Proses pengeringan dapat dilakukan dengan menambahkan Na_2SO_4 yang memiliki sifat higroskopis yaitu menyerap kandungan air pada sampel biodiesel. Pada saat analisa produk biodiesel, kandungan air yang seharusnya tidak boleh ada pada produk biodiesel menyebabkan hasil analisa untuk parameter-parameter yang digunakan yaitu densitas, viskositas, flash point, indeks setana, warna, kandungan sulfur dan pour point memberikan hasil yang kurang baik.

4. Hasil penelitian dan pembahasan

4.1 Pengaruh metode pencucian terhadap densitas biodiesel



Gambar 2. Hubungan densitas biodiesel dengan 3 metode pencucian terhadap waktu pencucian

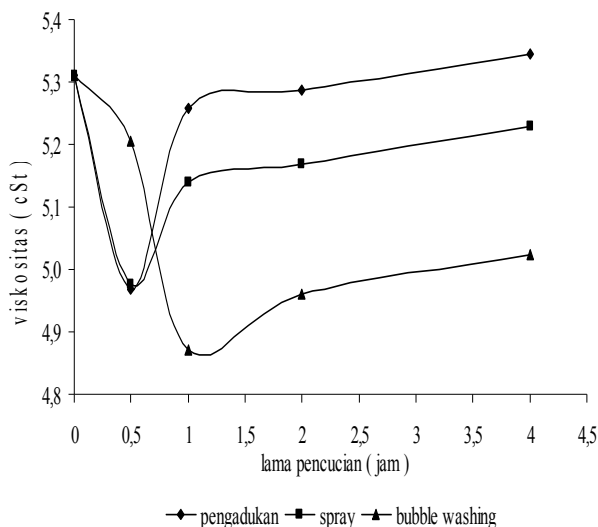
Densitas minyak adalah massa minyak per satuan volume pada suhu tertentu. Untuk minyak bumi, suhu yang digunakan sebagai standar uji adalah 15 °C. Tes tidak harus dilakukan pada suhu 15°C tetapi pengukuran akan lebih teliti apabila suhu sampel adalah 15°C, sehingga jika melakukan uji pada suhu selain 15°C harus dikonversi pada tabel 53 ASTM D-1298. Untuk uji densitas ini menggunakan peralatan utama sebagai berikut

yaitu hidrometer densitas dan termometer tipe ASTM 12C. Kemudian hasil pembacaan pada hidrometer akan dikonversi menggunakan tabel 53 ASTM D-1298 untuk dilihat densitasnya pada temperatur biodiesel pada saat pengukuran.

Pada grafik diatas terlihat bahwa metode pencucian secara pengadukan, lebih efisien dan efektif daripada metode yang lainnya. Hal ini dapat dilihat dengan penurunan grafik yang cepat dan konstant pada jam berikutnya. Sedangkan metode pencucian dengan bubble washing dapat dikatakan kurang efektif dalam waktu pencucian. Dari grafik dapat dilihat bahwa untuk mencapai grafik yang konstant masih dibutuhkan waktu yang lebih panjang.

Untuk analisa densitas, standar yang ditetapkan oleh Dirjen Migas adalah 0,815 – 0,870 g/ml sedangkan hasil analisa biodiesel berkisar antara 0,86968 – 0,873735 g/ml. Ini berarti masih dalam batasan yang diijinkan oleh Dirjen Migas No. 113. K/72/DJM/1999.

4.2 Pengaruh metode pencucian terhadap viskositas biodiesel



Gambar 3. Hubungan viskositas biodiesel dengan 3 metode pencucian terhadap waktu pencucian

Viskositas adalah ukuran hambatan cairan untuk mengalir secara gravitasi, untuk aliran gravitasi dibawah tekanan hidrostatik, tekanan cairan sebanding dengan kerapatan cairan. Satuan viskositas dalam cgs adalah cm^2 per detik (Stokes). Satuan SI untuk viskositas m^2 per detik (10^4 St). Lebih sering digunakan centistokes (cSt) ($1\text{cSt} = 10^{-2} \text{ St} = 1 \text{ mm}^2/\text{s}$). Untuk analisa viskositas menggunakan metode tes ASTM D-445. Untuk

pengukuran viskositas ini menggunakan peralatan utama yaitu viskosimeter oswald tube tipe kapiler, viscosimeter holder dan bath pemanas pada $37,8^\circ\text{C}$. Termometer yang digunakan dengan ketelitian $0,02^\circ\text{C}$ dan menggunakan stop watch dengan ketelitian 0,2 detik.

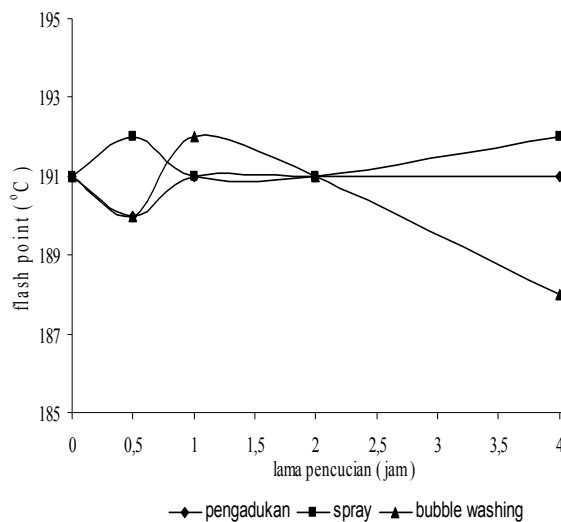
Pada gambar 3 diatas, ketiga metode pencucian pada menit ke-30 dan menit ke-60 (1 jam) mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan pengotor yang ada dalam biodiesel tersebut yang berupa methanol dan sisa katalis KOH masih mulai terlarut dalam air pencuci. Sehingga pada jam berikutnya, biodiesel yang dihasilkan dapat dikatakan bersih dari pengotor. Akan tetapi, metode pencucian secara bubble washing juga dapat dikatakan kurang efisien dan efektif dalam analisa viskositas biodiesel. Hal ini dapat terlihat dari penurunan grafik yang kurang cepat seperti metode yang lainnya, dimana pada jam ke-1 baru mulai terlihat adanya peningkatan nilai angka viskositas.

Untuk analisa viskositas yang diijinkan oleh Dirjen Migas adalah $\geq 1,6$ cSt sedangkan hasil analisa biodiesel berkisar antara 4,871 – 5,3457 cSt. Fenomena yang menyebabkan nilai viskositas yang kecil ini adalah karena adanya kandungan air dan sisa metanol yang terkandung didalam biodiesel sehingga inilah penyebab kecilnya viskositas yang dihasilkan meskipun telah dilakukan proses pengurangan kadar air dan metanol tetapi tidak 100% impuritis hilang begitu saja sehingga meskipun kadar impuritis sangat kecil tetapi tetap berpengaruh besar pada hasil analisa terutama analisa viskositas ini. Sehingga untuk uji viskositas ini yang menunjukkan hasil baik adalah ketika hasil analisa viskositasnya menunjukkan angka diatas 1,6 – 5,8 cSt dan hasil analisa biodiesel kami telah sangat memenuhi standard yang diberikan oleh Dirjen Migas.

Pada minyak jarak yang kami pakai dalam penelitian, memiliki viskositas tinggi sebesar 50,73 cSt. Penurunan yang sangat tajam ini terjadi karena minyak jarak yang bereaksi dengan metanol sedikit jumlahnya sehingga viskositas lebih banyak dipengaruhi oleh kadar metanol. Faktor metanol sebagai salah satu reaktan sangat berperan penting untuk menurunkan viskositas minyak jarak menjadi berkisar range 4,871 – 5,3457 cSt (ini pada penelitian kami) sebagai produk biodiesel. Faktor penurunan viskositas juga bisa dipengaruhi oleh kadar air pada produk biodiesel karena dengan adanya air akan menyebabkan terbentuknya emulsi air, metanol dan biodiesel sehingga menyebabkan pada biodiesel terdapat banyak impuritis disana yang menyebabkan penurunan nilai viskositas yang drastis.

4.2 Pengaruh metode pencucian terhadap flash point biodiesel

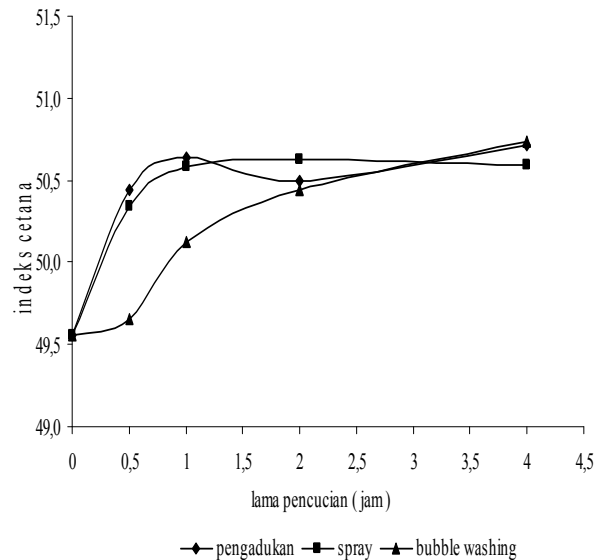
Flash point atau titik nyala adalah temperatur terendah dari contoh pada saat mana api pencoba dapat menyalakan uap diatas permukaan contoh pada saat pemeriksaan. Analisa flash point ini menggunakan metode tes ASTM D-93 dengan nilai minimal untuk flash point sebesar 60°C. Untuk analisa flash point ini menggunakan peralatan utama yaitu Alat Flash Point Pensky-Martens Closed Cup dan termometer ASTM 10C. Untuk penelitian lebih detail maka dilakukan flash pada uap biodiesel tiap kenaikan suhu sebesar 1 °C.



Gambar 4. Hubungan flash point biodiesel dengan 3 metode pencucian terhadap waktu pencucian

Pada grafik diatas terlihat bahwa ketiga metode pencucian tidak menunjukkan perbedaan yang sangat berarti. Hal ini dapat dilihat dari nilai Flash Point yang dihasilkan antara 188 – 192 °C, dimana nilai flash point tersebut telah masuk kedalam standart Diesel Eropa, standart Diesel DIN Jerman dan standar Dirjen Migas. Perbedaan yang terjadi dalam titik nyala api tersebut dapat dikarenakan masih adanya pengotor yang berupa air sisa pencuci yang belum terambil dalam kristal Na_2SO_4 . Untuk analisa flash point yang diijinkan oleh Dirjen Migas adalah $\geq 60^\circ\text{C}$ sedangkan hasil analisa flash point biodiesel berkisar antara 188 – 192 °C. Dengan nilai flash Point yang tinggi ini, maka biodiesel yang dihasilkan memenuhi standar Dirjen Migas maupun ASTM serta DIN Jerman.

4.4 Pengaruh metode pencucian terhadap indeks setana biodiesel



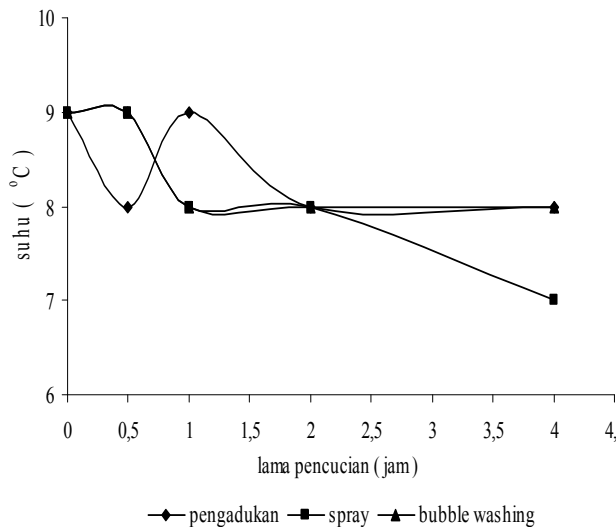
Gambar 5. Hubungan indeks setana biodiesel dengan 3 metode pencucian terhadap waktu

Indeks setana menunjukkan kemampuan bahan bakar motor diesel menyala dengan sendirinya (Auto Ignition) dalam ruang bakar motor diesel. Fungsinya untuk mengetahui kecenderungan bahan bakar motor diesel membentuk ketukan (knocking). Untuk analisa indeks setana ini harus dilakukan destilasi pada produk biodiesel untuk mendapatkan nilai mid boiling point yaitu temperatur pada saat 50% volume destilat biodiesel tertampung pada saat destilasi. Selain itu angka cetane juga sangat bergantung pada nilai densitas biodiesel. Proses destilasi ini merujuk pada metode tes ASTM D-86 hingga temperatur 300°C. Perhitungan dengan menggunakan persamaan yang telah disebutkan sebelumnya, merujuk pada metode tes ASTM D-976 dengan nilai minimum untuk indeks setana adalah 48.

Dari grafik diatas terlihat bahwa data-data hasil perhitungan untuk indeks setana berkisar antara 49 – 51 dengan perbedaan yang tidak terlalu signifikan antara beberapa produk biodiesel dengan metode pencucian secara pengadukan, spray maupun secara bubble washing. Hasil ini adalah hasil yang baik terutama untuk keawetan mesin diesel karena kemungkinan terjadi pengotoran di mesin diesel kecil tetapi juga perlu dikaji lagi masalah impuritis yang berada pada produk biodiesel. Mid boiling point yang dihasilkan berkisar diantara 329 – 331 °C. Untuk hasil

perhitungan indeks setana ini secara keseluruhan telah sesuai dengan standar yang ditetapkan Pertamina dimana hasil perhitungan untuk indeks setana berkisar pada range 49,56 – 50,74 sedangkan ketentuan yang ditetapkan oleh Pertamina sebesar minimal 48.

4.5 Pengaruh metode pencucian terhadap Pour Point Biodiesel



Gambar 6. Hubungan Pour Point biodiesel dengan 3 metode pencucian terhadap waktu

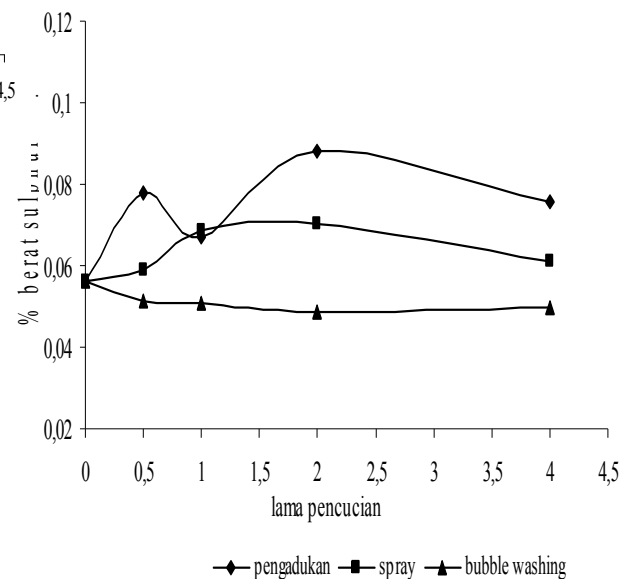
Pour point adalah titik suhu terendah dimana bahan bakar masih dapat mengalir. *Pour point* yang tinggi akan menyebabkan mesin sulit dihidupkan pada suhu rendah. (Maleev, 1954). Dalam standart Diesel yang dicantumkan sebesar 10 °C dan pada hasil penelitian kami bahwa angka suhu terendah dimana bahan bakar masih dapat mengalir adalah 7 – 9 °C.

Dari perbedaan suhu yang relatif kecil ini dapat ditarik kesimpulan untuk sementara bahwa ketiga metode pencucian yang dilakukan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, walaupun pour point bukan merupakan hal yang penting dalam menentukan standart bahan bakar untuk daerah tropis seperti di Indonesia. Akan tetapi menjadi sangat penting di negara dengan 4 musim karena bahan bakar yang memiliki pour point yang tinggi maka akan memerlukan pemanas untuk menjaga keadaan minyak tetap cair sehingga mudah untuk dipompa ke ruang bakar.

4.6 Pengaruh metode pencucian terhadap Kandungan Sulfur Biodiesel

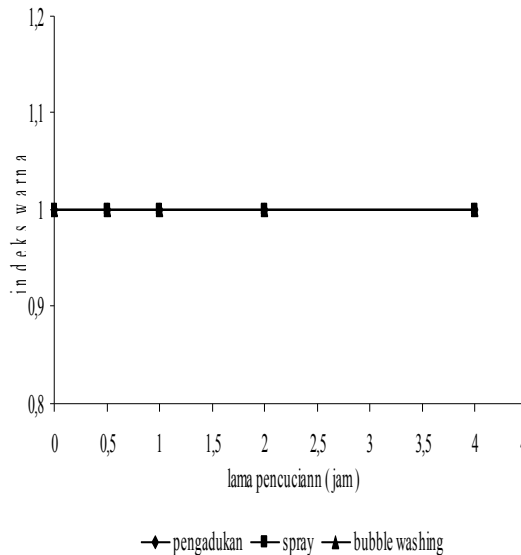
Dalam biodiesel, terdapat berbagai parameter-parameter yang harus dianalisa dan dihitung. Pada biodiesel ini, analisa dilihat pada kandungan sulfur yang masih ada pada biodiesel. Hasil analisa biodiesel berkisar antara 0,056 – 0,076 %wt. Hal ini sudah cukup untuk memenuhi kriteria yang ditetapkan oleh Dirjen Migas, yaitu sebesar maksimum 0,3 % berat.

Dilihat pada grafik diatas, metode pencucian bubble washing lebih efisien dan efektif. Hal ini dikarenakan nilai kandungan sulfur yang dianalisa adalah 0,0496 – 0,0564. Nilai kandungan sulfur ini lebih kecil daripada metode pencucian yang lainnya, walaupun ketiga metode pencucian tersebut telah dapat diperbolehkan masuk dalam kriteria standart yang ditetapkan oleh Dirjen Migas.



Gambar 7. Hubungan kandungan sulfur biodiesel dengan 3 metode pencucian terhadap waktu

4.7 Pengaruh metode pencucian terhadap indeks warna biodiesel



Gambar 8. Hubungan indeks warna dengan 3 metode pencucian terhadap waktu pencucian

Dari hasil analisa diperoleh bahwa sebelum dan sesudah melalui proses pencucian indeks warna tidak mengalami perubahan. Warna tetap pada indeks nilai 1,0. grafik diatas dapat di ambil kesimpulan bahwa proses pencucian tidak mempengaruhi indeks warna pada biodiesel. Warna pada biodiesel memiliki standar $\leq 3,0$ untuk standar dari Dirjen Migas yang mengacu pada standar ASTM dengan metode uji ASTM D-1500-64.

4.8 Kualitas biodiesel yang dihasilkan

Pada hasil analisa telah dapat dibuktikan bahwa ketiga metode pencucian menunjukkan hasil analisa biodiesel yang tidak jauh berbeda. Dalam proses pencucian, jika dilihat dari efisiensi dan efektifitasnya maka metode pencucian menggunakan metode bubble washing (aerasi) dapat dianggap lebih efektif dan efisien. Dilihat dari segi biaya, proses ini tidak membutuhkan biaya yang terlalu tinggi, beda dengan metode lainnya yang membutuhkan biaya relatif lebih tinggi daripada metode bubble washing karena memerlukan power dan peralatan berupa pompa maupun pengaduk.

Berdasarkan ketentuan Dirjen Migas, bahwa biodiesel yang diproduksi haruslah sesuai dengan standar minyak diesel yang ditetapkan oleh pihak Pertamina. Untuk analisa biodiesel sendiri belum ada sehingga sebagai acuan kualitas produk

biodiesel yang kami hasilkan dalam penelitian digunakan standar minyak diesel Pertamina. Berikut ini adalah tabel 1 yaitu perbandingan antara hasil analisa yang dilakukan terhadap standar minyak diesel yang ditetapkan oleh Pertamina :

Tabel 1 Perbandingan hasil analisa terhadap standar Pertamina

	Parameter	Satuan	Hasil analisa	Standar Pertamina	Metode tes
					ASTM
	Densitas (15 °C)	kg/m ³	0,869 – 0,870	0,815 – 0,870	D – 1298
	Indeks Setana		49,56 – 50,74	≥ 48	D – 976
	Viskositas Kinematik 37,8 °C	mm ² /sec	4,87 – 5,34	1,6 - 5,8	D – 445
	Pour Point	°C	7 - 9	≤ 10	D – 97
	Titik Nyala (Flash Point)	°C	188 - 192	> 60	D – 93
	Kandungan Sulfur	% Massa	0,056 – 0,076	$< 0,3$	D – 1552
	Warna	No. ASTM	0	≤ 3	D – 1500

Secara keseluruhan, hasil analisa produk biodiesel yang kami hasilkan memiliki hasil yang memenuhi standar dari beberapa parameter diatas seperti densitas, indeks setan, pour point, warna, kandungan sulfur, viskositas dan flash point memberikan hasil analisa yang memuaskan.

5. KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Dari perbandingan 3 metode pencucian, nampak metode pencucian secara pengadukan, lebih efisien daripada metode yang lainnya, hal ini dapat dilihat dengan penurunan grafik densitas dan peningkatan pada grafik indeks setana pada 30 menit pertama, setelah itu relatif konstan. Setelah itu secara-rata ketiga metode menghasilkan data-data fisik yang hampir sama.
- Secara umum pengaruh metode pencucian tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kualitas biodiesel yang dihasilkan, hanya waktu pencucian yang perlu diperhatikan supaya tidak kurang dari 30 menit, agar didapat biodiesel yang memenuhi syarat Dirjen Migas.
- Biodiesel yang dihasilkan dari penelitian ini memiliki spesifikasi yang berada dalam batasan yang diijinkan Dirjen Migas melalui Pertamina dan hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut :

- ❖Densitas (g/ml): 0.8697 – 0.8727
- ❖Viskositas (cSt): 4.8716 – 5.3458
- ❖Warna : 1.0
- ❖Kandungan sulfur (% berat): 0.0484 – 0.0883
- ❖Titik nyala (°C): 188 - 192
- ❖Indeks setana : 49.559 – 50.737
- Biodiesel yang diperoleh secara umum telah sesuai dengan spesifikasi bahan bakar solar yang dikeluarkan Dirjen Migas. Dan hasil biodiesel yang terbaik diperoleh pada variabel dengan metode bubble washing selama 4 jam. Dengan properties yaitu densitas 0.8697 g/ml; viskositas 5.0248 cSt; indeks warna 1.0; kandungan sulphur 0.0499 % berat; flash point 188 °C dan indeks cetane 50.7371.

Pustaka

1. Bailey, A.E., 1954, Industrial and Fat Product, 2 ed., pp. 666-686, Interscience Publisher, Inc., New York.
2. Freddman B., E. H. Pryde, T. L, 1984. Variables affecting The Yields of Fatty Esters from Transesterified Vegetable Oils, Journal Am. Oil Soc., Vol. 61, No. 1638-1643.
3. Fukuda, Hideki., 2001. Biodiesel Fuel Production by Transesterification of Oils, Journal of Bioscience and Bioengineering, Vol. 92, No. 5, 405-416.
4. Hariyadi, 2005. Budidaya Tanaman Jarak (*Jatropha curcas*) Sebagai Sumber Bahan Alternatif Biofuel. 17 Oktober 2005. <http://www.ristek.go.id>.
5. Hayafuji, S., 1999, Method and apparatus for producing diesel fuel oil from waste edible oil, Lonford Development Limited, Kyoto.
6. Hilditch, T.P., 1958, Unit Proseses in Organic Synthesis, 2 ed., pp. 670-775, Mc.Graww-Hill Book Company, Inc., New York.
7. Ketaren, S., 1986, Pengantar Teknologi Lemak dan Minyak Pangan, edisi I, hal 242-246, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
8. Kirk, R.E., and Othmer, D.F., 1979, Encyclopedia of Chemical Technology, vol.3, pp. 41, 292-301, Interscience Publishers, Inc., New York.
9. Knothe, G., Gerpen, J.V. dan Krah, Jurgen., 2005. The Biodiesel Handbook. Champaign, Illinois : AOCS Press.
10. Puppung, P.L., 198, Beberapa Minyak Nabati Yang Memiliki Potensi Sebagai Bahan Bakar Alternatif Untuk Minyak Disel, Lembar Publikasi Lemigas,4, 34-45.
11. Satish L., 2004. Biodiesel in India, Navi Mumbai, India
12. Soerawidjaja, Tatang.H, 2005. Pengembangan Industri Biodiesel di Indonesia. <URL : www.km.itb.ac.id/symposium/THS-aula%20timur-05122005.ppt>.
13. Suprianti, Lilik dan Yudhi Kurniawan. 2006. Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jarak Pagar (*Jatropha Curcas Oil*) Dengan Proses Transesterifikasi. Skripsi Jurusan Teknik Kimia, FTI-ITS.
14. Van Gerpen J., B. Shanks, and R. Pruszko, 2004., Biodiesel Production Technology, National Renewable Energy Laboratory, Operated for the U.S. Department of Energy.